



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 198 37 945 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 H 33/04
H 01 H 9/30

②① Aktenzeichen: 198 37 945.5
②② Anmeldetag: 21. 8. 1998
④③ Offenlegungstag: 24. 2. 2000

DE 198 37 945 A 1

⑦① Anmelder:
Asea Brown Boveri AG, Baden, Aargau, CH

⑦④ Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen

⑦② Erfinder:
Schoenemann, Thomas, Dr., Buchs, CH; Zehnder,
Lukas, Dr., Baden-Dättwil, CH

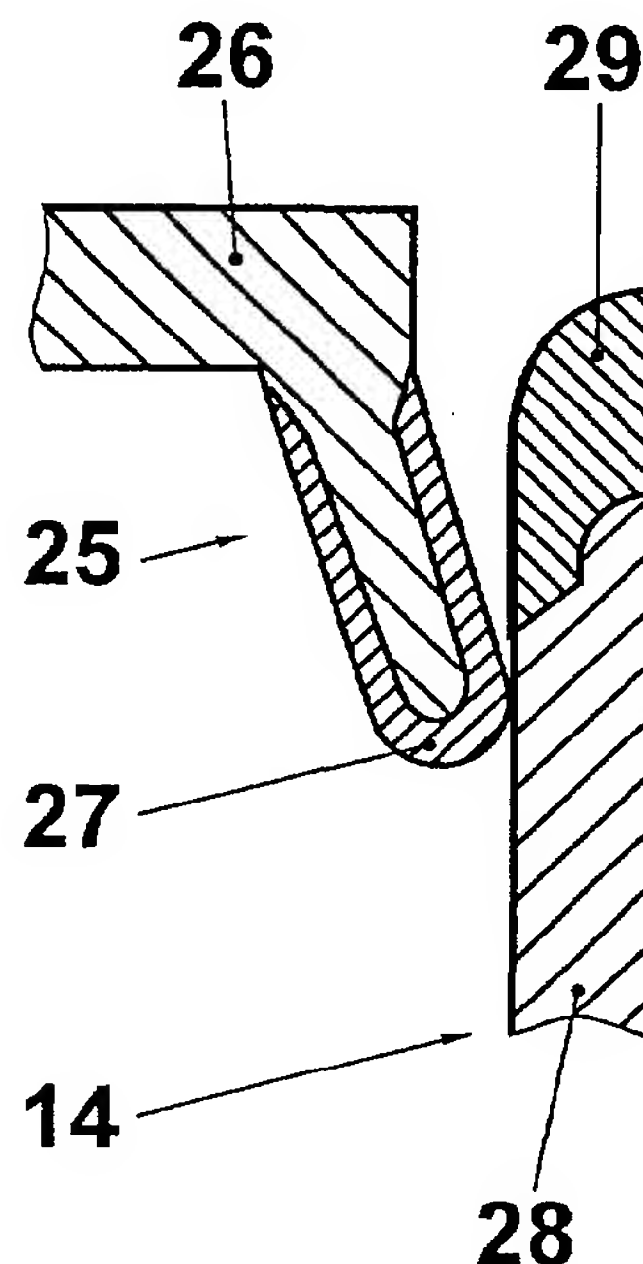
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 17 350 C2
DE 32 47 054 C1
DE 196 13 568 A1
DE 43 15 813 A1
DE 41 12 749 A1
DE 30 31 583 A1
DE 29 45 450 A1
DE 23 37 171 A1
US 38 01 760

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Schaltanordnung und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑤⑦ Bei einem Leistungsschalter bestehen Leistungsfinger einer Nennstromschaltanordnung sowie Kontaktfinger (25) einer Kontakttulpe und ein Schaltstift (14) einer Abbrandschaltanordnung oder auch andere Teile jeweils aus einem Grundkörper (26, 28), der an Abschnitten, die durch die Lichtbogenbildung thermisch stark belastet werden, eine abbrandresistente Schutzschicht (27, 29) trägt, welche durch Plasmaspritzen unter Vakuum auf den Grundkörper (27, 28) aufgebracht wurde. Dies erlaubt die abbrandresistente Ausbildung auch komplexer und flexibler Teile. Für die Schutzschicht (27, 29) wird vorzugsweise eine Mischung aus mindestens 10% (Gew.), insbesondere mindestens 50% (Gew.) hochschmelzendem Metall wie W, Mo, Ir und niedrighschmelzendem Metall wie Cu, Ag, Ti, Fe, z. B. 80% (Gew.) W und 20% (Gew.) Cu verwendet, für den Grundkörper Cu, Ag, Fe, Stahl, Al oder eine flexible Kupferlegierung wie CuBe, CuCr oder CuCrZr.



DE 198 37 945 A 1

Die Erfindung betrifft eine Schaltanordnung insbesondere für Leistungsschalter, wie sie in Kraftwerken, Umspannwerken und anderen Einrichtungen der Elektroenergieversorgung zum Ein- und Ausschalten von Betriebs- und Überströmen eingesetzt werden sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Stand der Technik

Es sind gattungsgemässe Schaltanordnungen bekannt, bei denen insbesondere Teile von Schaltstücken, auf denen die Fusspunkte des sich beim Schalten bildenden Lichtbogens liegen, aus besonders abbrandfestem Material bestehen. Derartiges Material wird gewöhnlich durch Sintern einer Mischung von Metallpulvern, z. B. Wolfram als hochschmelzender und Kupfer als niedriger schmelzender Komponente hergestellt. Dieses Sintermaterial ist ziemlich schwer zu verarbeiten. Vor allem ist es äusserst spröde und kann nur mit spanabhebenden Verfahren geformt werden. Es ist auch nicht auf übliche Weise schweisbar und kann mit anderen Materialien nur mittels verhältnismässig komplizierter Verfahren verbunden werden wie durch Hintergieessen mit Kupfer, Reibschweissen, Abbrandstumpfschweissen oder Elektronenstrahlschweissen oder durch Löten, was jedoch eine Verbindung verhältnismässig geringer Festigkeit ergibt oder auch abnehmbar durch eine Schraubverbindung, was jedoch eine komplizierte Bearbeitung erfordert. Die Anbringung abbrandresistenter Teile oder Verkleidungen ist daher im allgemeinen aufwendig.

Da das abbrandresistente Material praktisch nicht verformbar ist, sind die Möglichkeiten der Formgebung bei einem Grundkörper, welcher mit einer abbrandresistenten Verkleidung versehen werden soll, sehr beschränkt. Wegen der Sprödigkeit des Materials ist es auch nicht möglich, flexible Teile mit einer abbrandresistenten Verkleidung zu versehen. Aus diesen Gründen begnügt man sich in der Regel damit, z. B. Spitzen von Schaltstiften, Abbrandringe und ähnlich einfache Teile aus abbrandresistentem Material zu verwenden. Andere Teile des Lichtbogenraums und an denselben anschliessender Bereiche, welche ebenfalls den bei einer Ausschaltung entstehenden heissen Gasen ausgesetzt sind, bleiben dagegen ungeschützt.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemässe Schaltanordnung anzugeben, die auf einfache Weise herstellbar ist sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 22 gelöst.

Die durch die Erfindung erzielten Vorteile liegen neben der erleichterten Herstellung der Schaltanordnung, insbesondere ihrer abbrandresistent gestalteten Teile vor allem darin, dass die Möglichkeit, abbrandresistente Schutzschichten anzubringen, wesentlich erweitert wird. So können erfindungsgemäss Schutzschichten auf nahezu beliebig geformten Teilen, mit variabler Dicke und selbst Zusammensetzung aufgebracht werden. Dank ihrer grösseren Flexibilität können Schutzschichten auch auf flexiblen, insbesondere elastisch deformierbaren Teilen angebracht werden, ohne dass deren Flexibilität wesentlich beeinträchtigt würde oder die Gefahr einer Rissbildung in der Schutzschicht bestünde.

Durch die Möglichkeit, an weitgehend beliebigen Ober-

flächen abbrandresistente Schutzschichten nach Massgabe der lokalen Erfordernisse anzubringen, werden wesentliche Einschränkungen der Ausbildung von Schaltungsanordnungen, insbesondere der Schaltstücke beseitigt und können Ausführungen umgesetzt werden, die sonst nicht oder nur beschränkt praxistauglich wären. Die Handlungsfreiheit im Schalterentwurf ist dadurch wesentlich erweitert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen, welche lediglich Ausführungsbeispiele zeigen, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen axialen Längsschnitt durch einen Leistungsschalter mit erfindungsgemässen Schaltanordnungen, links in Einschalt-, rechts in Ausschaltstellung,

Fig. 2a vergrössert einen axialen Längsschnitt durch eine Abbrandschaltanordnung des Leistungsschalters nach **Fig. 1**,

Fig. 2b vergrössert und leicht abgewandelt ein Detail aus der Abbrandschaltanordnung nach **Fig. 2a**,

Fig. 3a schematisch und vergrössert einen Ausschnitt aus einer Nennstromschaltanordnung des Leistungsschalters nach **Fig. 1** radial von aussen, in Einschaltstellung

Fig. 3b in kleinerem Massstab einen Schnitt längs B-B in **Fig. 3a**,

Fig. 3c vergrössert einen Ausschnitt aus **Fig. 3b**,

Fig. 4a einen axialen Längsschnitt durch eine weitere erfindungsgemässe Schaltanordnung, links in Einschalt-, rechts in Ausschaltstellung,

Fig. 4b vergrössert einen axialen Längsschnitt durch einen Teil der Abbrandschaltanordnung nach **Fig. 4a**, entsprechend einem Schnitt längs B-B in **Fig. 4c**,

Fig. 4c einen Schnitt längs C-C in **Fig. 4b**,

Fig. 5a einen axialen Längsschnitt durch eine weitere erfindungsgemässe Schaltanordnung in Einschaltstellung,

Fig. 5b die Schaltanordnung von **Fig. 5a** in Ausschaltstellung,

Fig. 5c vergrössert einen axialen Längsschnitt durch einen Teil der Abbrandschaltanordnung nach **Fig. 5a**, **5b**, entsprechend einem Schnitt längs C-C in **Fig. 5d** und

Fig. 5d einen Schnitt längs D-D in **Fig. 5c**.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Der in **Fig. 1** links in Einschaltstellung, rechts in Ausschaltstellung dargestellte Leistungsschalter, welcher z. B. als Generatorschalter einsetzbar ist, weist ein Gehäuse **1** auf, das um eine Schaltachse **2** im wesentlichen rotationssymmetrisch ist mit einem oberen Gehäuseteil **3** und einem unteren Gehäuseteil **4**, beide aus Metall, welche durch einen zylindrischen mittleren Gehäuseteil **5** aus isolierendem Material verbunden sind. Die Gehäuseteile **3**, **4** sind jeweils mit den entgegengesetzten spannungsführenden Anschlüssen des Leistungsschalters verbunden.

Auf der Höhe des mittleren Gehäuseteils **5** ist aussen eine Nennstromschaltanordnung angeordnet, welche jeweils an den oberen Gehäuseteil **3** und den unteren Gehäuseteil **4** anschliessende, in axialer Richtung voneinander beabstandete umlaufende feststehende Nennstromkontakte, einen oberen feststehenden Nennstromkontakt **6** und einen unteren feststehenden Nennstromkontakt **7** umfasst sowie einen beweglichen Nennstromkontakt **8** mit in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden, in Einschaltstellung jeweils den Abstand zwischen den feststehenden Nennstromkontakten **6**, **7** überbrückenden Kontaktfingern. Der bewegliche Nennstromkontakt **8** ist mit einem nicht dargestellten Schaltantrieb verbunden, durch welchen er in axialer Richtung zwischen der

Einschaltstellung, in welcher er den Spalt zwischen dem oberen feststehenden Nennstromkontakt **6** und dem unteren feststehenden Nennstromkontakt **7** überbrückt und der Ausschaltstellung, in welcher er vom oberen feststehenden Nennstromkontakt **6** beabstandet ist, verschiebbar ist.

Der obere Gehäuseteil **3** ist durch eine horizontale Trennwand **9** nach unten abgeschlossen. Sie trägt den feststehenden Teil einer Abbrandschaltanordnung **10**. In einer zentralen Öffnung der Trennwand **9** ist als erstes Schaltstück eine Kontakttulpe **11** angebracht mit mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden, schräg nach unten und gegen die Schaltachse **2** gerichteten, durch Schlitze getrennten elastischen Kontaktfingern. Der Kontakttulpe **11** gegenüber ist eine die Schaltachse **2** umgebende Düse **12** aus elektrisch isolierendem Material angeordnet, die die Form eines sich nach oben verengenden Trichters aufweist. In einer im unteren Gehäuseteil **4** angeordneten Gleitführung **13**, welche auch eine elektrisch gut leitende Verbindung herstellt, ist als zweites Schaltstück ein mittels des Schaltantriebs axial beweglicher Schaltstift **14** gelagert, welcher in der Einschaltstellung in die Kontakttulpe **11** ragt und von deren Kontaktfingern aussen berührt wird. Dabei werden dieselben geringfügig elastisch deformiert, so dass sie einen verhältnismässig hohen Kontaktdruck auf den Schaltstift **14** ausüben. Die Gleitführung **13** ist an einer Trennwand **15** verankert, welche den unteren Gehäuseteil **4** nach oben abschliesst. In einer zentralen Öffnung der Trennwand **15** ist die Düse **12** befestigt.

In der Ausschaltstellung ist der Schaltstift **14** nach unten gezogen, so dass seine Spitze unterhalb der Düse **12** liegt. Zwischen der Kontakttulpe **11** und dem Schaltstift **14** liegt dann ein Lichtbogenraum **16**, in welchem beider Ausschaltung sich zwischen den besagten Schaltstücken ein Lichtbogen **17** ausgebildet hat. Der Lichtbogenraum **16** ist von einem zusammenhängenden ringförmigen Heizvolumen **18** umgeben, das mit ihm durch den die Kontakttulpe **11** von der Düse **12** trennenden Spalt, der einen umlaufenden Blaschlitz **19** bildet, verbunden ist. Aussen ist das Heizvolumen **18** durch eine umlaufende Wand **20** aus isolierendem Material abgeschlossen. An der Trennwand **15** sind mehrere, z. B. vier über den Umfang verteilte Blaszyylinder **21** mit vom Schaltantrieb betätigbaren Blaskolben **22** angeordnet, die jeweils über Blaskanäle **23** mit dem Heizvolumen **18** verbunden sind. In die Mündungen der Blaskanäle **23** in das Heizvolumen **18** sind jeweils Rückschlagventile **24** eingebaut.

Zur Ausschaltung werden der bewegliche Nennstromkontakt **8** und der Schaltstift **14** nach unten gezogen. Der bewegliche Nennstromkontakt **8** wird vom oberen feststehenden Nennstromkontakt **6** getrennt, so dass der Strom von der Nennstromschaltanordnung auf die Abbrandschaltanordnung kommutiert. Bei der Trennung des Schaltstiftes **14** von der Kontakttulpe **11** wird dann der Lichtbogen **17** gezogen, der, wenn der Schaltstift **14** die Ausschaltstellung erreicht hat, durch die Düse **12** die Kontakttulpe **11** mit der Spitze des Schaltstiftes **14** verbindet. Durch die vom Lichtbogen **17** ausgehende Hitze und die Pumpwirkung der Blaszyylinder **21**, deren Kolben **22** zusammen mit dem Schaltstift **14** nach unten bewegt wurden, baut sich im Heizvolumen **18** ein hoher Druck auf, welcher eine starke Löschgasströmung durch die Kontakttulpe **11** und die Düse **12** erzeugt und den Lichtbogen **17** bei einem folgenden Stromnulldurchgang löscht.

Die Kontakttulpe **11** (Fig. 2a) als erstes Schaltstück der Abbrandschaltanordnung besteht aus einzelnen Kontaktfingern **25**, welche die Schaltachse **2** umgeben. Sie sind geringfügig elastisch deformierbar und ihre Spitzen sind in der Einschaltstellung durch den Kontakt mit dem Schaltstift **14** etwas nach aussen ausgelenkt, was einen ausreichenden

Kontaktdruck sicherstellt. Die Kontakttulpe **11** weist einen Grundkörper **26** aus Kupfer oder einem anderen geeigneten Material auf, dessen Oberfläche im Bereich der Kontaktfinger **25** hinter der Oberfläche nach Endmass liegt und welcher im besagten Bereich eine abbrandresistente Schutzschicht **27** trägt, welche die Differenz zum Endmass auffüllt. Die Herstellung der Schutzschicht **27** erfolgt durch das auf anderen technischen Gebieten wohlbekannte Verfahren des Plasmaspritzens. Ihre Zusammensetzung kann weitgehend der herkömmlichen abbrandresistenten Materials entsprechen.

Auch der Schaltstift **14**, das zweite Schaltstück der Abbrandschaltanordnung, besteht aus einem z. B. aus einer Kupferlegierung oder einem anderen bekannten für den Zweck geeigneten Material hergestellten Grundkörper **28**, dessen Oberfläche an der Spitze und im an dieselbe anschliessenden Bereich hinter der Oberfläche nach Endmass liegt, die erst durch eine auf den Grundkörper **28** wiederum durch Plasmaspritzen aufgebrachte Schutzschicht **29** hergestellt wird. Die Schutzschicht **29** bildet an der Spitze des Schaltstiftes **14** eine verhältnismässig massive Kappe und läuft in einen etwas dünneren Mantel aus. Gemäss Fig. 2a erstreckt sich der Mantel bis über den Kontaktbereich, welcher in der Einschaltstellung von den Kontaktfingern **25** der Kontakttulpe **11** berührt wird.

In Fig. 2b ist eine etwas andere Ausführung der Schutzschicht **29** dargestellt, nach welcher sie vor diesem Kontaktbereich aufhört. Da die Leitfähigkeit der Schutzschicht **29** geringer ist als die des Grundkörpers **28**, ist dadurch der Kontaktwiderstand geringer und die Kommutierung des Stroms auf die Abbrandschaltanordnung erleichtert. Da bei der vorliegend geschilderten Abbrandschaltanordnung die Kontakttulpe **11** bei der Ausschaltung von heissen Gasen durchströmt wird, empfiehlt es sich, deren Schutzschicht mindestens auf den Frontbereich und die Innenseite zu erstrecken. Beim Schaltstift **14** werden die etwas weiter hinter der Spitze liegenden Bereiche dagegen wenig belastet und bedürfen im allgemeinen keiner Schutzschicht. Bei Schaltanordnungen, in welchen die hinter den Frontbereichen liegenden Teile beider Schaltstücke nicht stärker belastet werden, ist es denkbar, die Schutzschichten beidseits jeweils nicht auf den Kontaktbereich zu erstrecken und dadurch den Kontaktwiderstand weiter zu senken.

Die Ausbildung der Schutzschichten **27**, **29** kann nach Ausdehnung und Dicke sehr genau auf die sich aus der Belastung der Schaltstücke ergebenden Erfordernisse eingestellt werden. Im allgemeinen genügt es, die Trennbereiche der Schaltstücke, an denen sie sich bei der Ausschaltung voneinander lösen und wo sich zuerst Lichtbogenfusspunkte bilden, sowie die einander in der Ausschaltstellung gegenüberliegenden Frontbereiche, zwischen denen in der Folge der Lichtbogen brennt und die durch Strahlung und heisse Gase besonders stark belastet werden, mit Schutzschichten zu versehen. Es ist jedoch durchaus möglich und unter Umständen sinnvoll, auch andere Teile des Lichtbogenraums wie etwa Wandabschnitte durch eine mittels Plasmaspritzens aufgebrachte abbrandresistente Schutzschicht vor vom Lichtbogen erhitzten Gasen zu schützen.

Die Nennstromschaltanordnung des Leistungsschalters nach Fig. 1 umfasst den oberen feststehenden Nennstromkontakt **6** als erstes Schaltstück und den beweglichen Nennstromkontakt **8** als zweites Schaltstück. Letzterer weist (Fig. 3a, b) mehrere hundert über den Umfang der Nennstromschaltanordnung verteilte parallele Kontaktfinger auf, welche in Gruppen von mehreren Kontaktfingern zusammengefasst jeweils über eine Andrückfeder **30** an einem axial verschiebbaren Trägerring **31** gelagert sind. Dabei folgt auf mehrere Gruppen von Kontaktfingern **32** jeweils eine

Gruppe von etwas längeren Leistungsfingern **33**. Der obere feststehende Nennstromkontakt **6** ist als Kontaktring **34** ausgebildet, an dessen Aussenseite die Kontaktfinger **32** und die Leistungsfinger **33** in der Einschaltstellung anliegen.

Die Leistungsfinger **33** bestehen wiederum (s. a. **Fig. 3c**) aus einem Grundkörper **35**, der an der dem Kontaktring **34** zugewandten Kuppe eine abbrandresistente Schutzschicht **36** aufweist, welche wiederum mittels Plasmaspritzens aufgebracht ist. Das gleiche gilt für den Kontaktring **34**, der an seinem ausschaltseitigen Rand eine Schutzschicht **37** aufweist, die an der Aussenseite etwas nach oben gezogen ist. Oberhalb der Schutzschicht **37** weist der Kontaktring **34** eine versilberte Kontaktzone **38** auf, welche in der Einschaltstellung nicht nur von den Leistungsfingern **33**, sondern auch von den etwas kürzeren Kontaktfingern **32**, welche gleichfalls versilbert sind, berührt wird. Die Nennstromschaltanordnung weist eine sehr hohe Dauerstromtragfähigkeit und einen sehr niedrigen Kontaktwiderstand auf.

Bei einer Ausschaltung lösen sich zuerst die Kontaktfinger **32** vom Kontaktring **34**, worauf der Strom ganz auf die Leistungsfinger **33** kommutiert. Wenn diese ebenfalls vom Kontaktring **34** getrennt werden, kommt es, bevor der Strom vollständig auf die Abbrandschaltanordnung kommutiert, zur Lichtbogenbildung zwischen den Trennbereichen an den Enden der Leistungsfinger **33** und am Rand des Kontaktringes **34**, wobei die Schutzschichten **36** und **37** dafür sorgen, dass sich der Abbrand in engen Grenzen hält.

Im folgenden werden zwei weitere Beispiele von Abbrandschaltanordnungen gezeigt, bei welchen von den besonderen durch die Erfindung eröffneten Möglichkeiten Gebrauch gemacht wird. Insbesondere umfassen sie Schaltstücke, die zwecks Ausnützung elektromagnetischer Kräfte zur Erhöhung des Kontaktdrucks komplex geformt und z. T. flexibel ausgebildet sind, dabei aber mit einer den Erfordernissen weitgehend entsprechenden abbrandresistenten Schutzschicht versehen sind. Sie weisen insbesondere Schaltstifte auf mit jeweils einem an die Spitze anschließenden, an der Aussenseite eine Schutzschicht aufweisenden resistenten Abschnitt, welcher in zwei oder mehr parallele oder antiparallele Teileiler zerfällt.

Die in **Fig. 4a** links in Einschaltstellung, rechts in Ausschaltstellung dargestellte zweite erfindungsgemässe Ausführungsform einer Abbrandschaltanordnung eines Leistungsschalters, welche z. B. im Leistungsschalter nach **Fig. 1** an die Stelle der dort und in **Fig. 2a, b** dargestellten ersten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Abbrandschaltanordnung treten kann – die entsprechenden Teile werden daher mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet –, weist wiederum in einem um eine Schaltachse **2** rotations-symmetrischen Gehäuse aus isolierendem Material ein ringförmiges Heizvolumen **18** auf, das ein erstes Schaltstück, welches mit dem ersten elektrischen Anschluss verbunden ist sowie ein zweites Schaltstück umgibt. Das erste Schaltstück ist als an der Unterseite der Trennwand **9** befestigter erster Schaltring **39** ausgebildet, das zweite Schaltstück als Schaltstift **14**. Dem ersten Schaltring **39** mit Abstand gegenüberliegend ist ein an der Oberseite der Trennwand **15** befestigter zweiter Schaltring **40** angeordnet, derart, dass zwischen diesen konzentrisch zur Schaltachse **2** angeordneten Schaltringen ein Lichtbogenraum **16** liegt, der mit dem Heizvolumen **18** über einen umlaufenden Blasschlitz **19** verbunden ist.

Der Schaltstift **14** ist weiter unten von einer Gleittulpe **41** umgeben, welche ebenso wie der zweite Schaltring **40** mit dem zweiten elektrischen Anschluss verbunden ist. Der Schaltstift **14** weist einen als zentraler Dorn **42** ausgebildeten Träger auf, in dessen Spitze eine Kappe **43** aus abbrandfestem Material eingeschraubt ist, welche eine Hülse **44** aus

hochleitendem federelastischem Material, insbesondere einen Ring **45** am vorderen Ende derselben festklemmt. Von dem Ring **45** geht eine Gruppe von acht auf gleicher Höhe am Schaltstift **14** angeordneten, durch Schlitze getrennten länglichen Kontaktfingern **46** aus, die, den Dorn **42** annähernd parallel umgebend, nach hinten abstehen. Der Dorn **42** ist von der Kappe **43** bis über die Enden der Kontaktfinger **46** hinaus von einer Isolierstoffhülse **47** umgeben, mit welcher ein dickerer Isolierstoffring **48** überlappt.

In der Einschaltstellung berühren die knapp vor den Enden der Kontaktfinger **46** liegenden Kontaktflächen **49** die Innenseite des ersten Schaltrings **39**. Der Schaltstift **14** füllt dessen Öffnung weitgehend aus, ebenso diejenige des zweiten Schaltrings **40**, in welcher der Isolierstoffring **48** liegt. Der Strompfad verläuft vom ersten Schaltring **39** über die Kontaktflächen **49** in die Kontaktfinger **46** und durch dieselben zum Ring **45** und weiter durch den Dorn **42** und über die Gleittulpe **41**. Der von den Kontaktfingern **46** umgebene vorderste Teil des Dorns **42** bildet dabei einen Teileiler, der einen zu den Strömen in den ebenfalls Teileiler bildenden Kontaktfingern **46**, mit denen er durch den Ring **45** elektrisch leitend verbunden ist, antiparallelen Strom trägt. Durch die so hervorgerufene elektromagnetische Abstossung zwischen dem Dorn **42** und den Kontaktfingern **46** werden die letzteren abgespreizt und ihre Kontaktflächen **49** gegen die Innenseite des ersten Schaltrings **39** gedrückt. Die so erzeugten Kontaktkräfte sind, ebenso wie die ihnen entgegengesetzten Kontaktabhebekräfte, umso stärker, je grösser die Stromstärke ist, was eine stromstärkeunabhängige Kompensation der Kräfte zur Folge hat.

Während der ersten Phase der Ausschaltbewegung verschiebt sich der mit dem ersten Schaltring **39** in Kontakt stehende Bereich des Schaltstifts **14** gegen die Kappe **43** hin, so dass die Länge der antiparallelen Strompfade verhältnismässig rasch abnimmt und mit ihnen die Kontaktkräfte. Wenn der Schaltstift **14** aus dem ersten Schaltring **39** gezogen wird, bildet sich zwischen dem letzteren und der Kappe **43** ein Lichtbogen. Wenn die Kappe **43** den zweiten Schaltring **40** passiert, springt der Lichtbogenfusspunkt von derselben auf diesen über, so dass der Lichtbogen dann zwischen dem ersten Schaltring **39** und dem zweiten Schaltring **40** brennt. Er wird aus dem Heizvolumen **18** heraus beblasen und bei einem folgenden Nulldurchgang des Stromes gelöscht.

Der erste Schaltring **39**, der zweite Schaltring **40** und die Kappe **43** bestehen, da es sich um einfache, starre Teile handelt, aus massivem, in bekannter Weise durch Sintern hergestelltem abbrandfestem Material. Sie könnten jedoch auch, ähnlich wie die Spitze des Schaltstiftes nach **Fig. 2b**, jeweils aus einem Grundkörper aus z. B. einer Kupferlegierung bestehen, der eine durch Plasmaspritzen aufgebraute Schutzschicht aus abbrandresistentem Material trägt.

Die komplizierter geformte flexible Hülse **44** ist jedenfalls wieder aus einem Grundkörper **50** aufgebaut und einer ihre Aussenfläche bildenden Schutzschicht **51** aus abbrandresistentem Material, welche durch Plasmaspritzen auf den Grundkörper **50** aufgebracht wurde. Der Grundkörper **50** besteht aus einem elastischen Material von guter Leitfähigkeit. Die Schutzschicht **51** ist ausreichend flexibel, um den elastischen Deformationen, denen die Kontaktfinger **46** unterworfen werden, zu folgen. So ist es möglich, nicht nur die besonders belasteten Teile wie die Spitze des Schaltstiftes **14**, den ersten Schaltring **39** und den zweiten Schaltring **40**, auf denen sich Lichtbogenfusspunkte bilden, zu schützen, sondern die gesamte Aussenseite eines von der Kappe **43**, der Hülse **44** und dem innenliegenden vorderen Teil des Dorns **42** gebildeten resistenten Abschnittes des Schaltstiftes **14**, die durch ausströmende heisse Gase ebenfalls stark belastet wird.

Bei der in den **Fig. 5a–d** dargestellten dritten erfindungsgemässen Ausführungsform einer Abbrandschaltanordnung, welche im übrigen der zweiten Ausführungsform entspricht, wird die Anziehung zwischen parallelen Strömen zur Aufbringung der erforderlichen Kontaktkräfte ausgenutzt. Der Schaltstift **14** weist zwei an das Ende des wiederum als Dorn **42** ausgebildeten Trägers anschliessende elastisch biegsame parallele Fortsätze **52a, b** auf, welche durch einen Schlitz **53** getrennt sind. An seinem Ende weist jeder der Fortsätze **52a, b** ein Kontaktstück **54a** bzw. **54b** mit einer Kontaktfläche **49** zur Kontaktierung der Innenfläche des ersten Schaltrings **39** auf, mit welchem er über ein Verbindungsstück **55a** bzw. **55b** derart verbunden ist, dass jedes der Kontaktstücke **54a, b** gegenüber dem jeweiligen Fortsatz **52a** bzw. **52b** bezüglich einer Schaltstiftachse, welche mit der Schaltachse **2** zusammenfällt, um 180° versetzt ist. Die Verbindungsstücke **55a, b** sind als kurze, einen halben Gang bildende Schraubenabschnitte ausgebildet.

Die Kontaktstücke **54a, 54b** sind voneinander durch eine Fortsetzung **53'** des Schlitzes **53** getrennt. Zusammengekommen weisen sie polygonalen, im Beispiel zwölfeckigen Querschnitt auf. Das erste Kontaktstück **54a** läuft in die halbkugelförmige Spitze des Schaltstiftes **14** aus. Von diesem Unterschied abgesehen entsprechen sich die jeweils aus einem Fortsatz **52a** oder **52b**, einem Verbindungsstück **55a** bzw. **55b** und einem Kontaktstück **54a** bzw. **54b** bestehenden Teile des Schaltstiftes **14**, welche einstückig mit dem Dorn **42** aus hochleitfähigem federelastischem Material hergestellt sind, vollständig.

In der in **Fig. 5a** dargestellten Einschaltstellung, in welcher die Kontaktstücke **54a, b** durch den Kontakt mit dem ersten Schaltring **39** etwas gegeneinander gedrückt und die Fortsätze **55a, b** entsprechend auseinandergespreizt sind, so dass die Kontaktflächen **49** bereits durch elastische Rückstellkräfte gegen die Innenseite des ersten Schaltrings **39** gedrückt werden, verläuft der Strompfad über diesen und die Kontaktflächen **49** in die Kontaktstücke **54a, b**, durch dieselben und die Verbindungsstücke **55a, b**, die Fortsätze **52a, b** und einen Abschnitt des Dorns **42** und weiter über die Gleitmulpe **41**. Der zweite Schaltring **40** berührt den Schaltstift **14** nicht. Die beiden verhältnismässig langen Fortsätze **52a, b** führen parallele Ströme und werden dadurch gegeneinandergezogen. Die mit ihnen verbundenen, ihnen gegenüber um 180° versetzten Kontaktstücke **54a, b** werden dadurch auseinandergedrückt und ihre Kontaktflächen **49** drücken dadurch stärker gegen die Innenseite des ersten Schaltrings **39**. Durch den polygonalen Querschnitt des Schaltstiftes **14** im Bereich der Kontaktflächen **49** berührt er den ersten Schaltring **39** stets an mindestens vier Stellen.

Kurz nach Beginn der Ausschaltbewegung berühren die Kontaktstücke **54a, b** auch den zweiten Schaltring **40** und schliessen so den oben geschilderten Strompfad teilweise kurz. Damit vermindert sich auch die elektromagnetische Anziehung zwischen den Fortsätzen **52a** und **52b** und desgleichen die durch dieselbe hervorgerufenen Kontaktkräfte. Der weitere Rückzug des Schaltstiftes **14** wird also nicht durch allzu hohe Reibungskräfte behindert. Wenn die Spitze des Schaltstiftes **14** aus der Öffnung des ersten Schaltrings **39** gezogen wird, bildet sich zwischen diesen Teilen ein Lichtbogen. Wenn die Spitze des Schaltstiftes **14** dann die Öffnung des zweiten Schaltrings **40** passiert, kommutiert der Lichtbogen auf denselben. Er brennt dann zwischen dem ersten Schaltring **39** und dem zweiten Schaltring **40** und wird aus dem Heizvolumen **18** beblasen und bei einem folgenden Stromnulldurchgang gelöscht.

Auch hier bestehen der erste Schaltring **39** und der zweite Schaltring **40** in herkömmlicher Weise aus massivem gesintertem abbrandfestem Material. Der Schaltstift **14** jedoch

besteht wiederum aus einem Grundkörper **56** aus hochleitendem elastischem Material, der im Bereich des von den Verbindungsstücken **55a, b** und den an sie anschliessenden Kontaktstücken **54a, b** gebildeten, in zwei Teilleiter zerfallenden resistenten Abschnitts eine durch Plasmaspritzen aufgebraute abbrandresistente Schutzschicht **57** trägt. Sie ist im Bereich der durch den Lichtbogenfusspunkt besonders stark belasteten Spitze des Schaltstiftes **14** verhältnismässig dick und an den Aussenflächen der Kontaktstücke **54a, b** und der Verbindungsstücke **55a, b** etwas dünner ausgebildet. Es ist auch denkbar, die halbkugelförmige Spitze des Schaltstiftes als Kappe aus massivem, in herkömmlicher Weise gesintertem abbrandresistentem Material auszubilden. In jedem Fall wird die gesamte Aussenseite des komplex geformten resistenten Abschnittes des Schaltstiftes **14**, an der ein Teil der ausströmenden heissen Gase entlangstreicht, von der Oberfläche der abbrandresistenten Schutzschicht **57** gebildet.

Da das Aufbringen einer abbrandresistenten Schutzschicht durch die Erfindung wesentlich erleichtert wird, ist es praktikabel, nicht nur Teile von Schaltstücken, sondern auch andere durch die bei der Ausschaltung entstehenden heissen Gase belastete Teile zu schützen. So werden die umlaufenden Wandflächen der an die Abbrandringe **39, 40** anschliessenden, sich erweiternden Auspufföffnungen ebenfalls von durch Plasmaspritzen hergestellten Schutzschichten **58, 59** auf Grundkörpern **60, 61** der Trennwände **9, 15** gebildet.

Bei dem zum Aufbringen einer abbrandresistenteren Schutzschicht auf einen Grundkörper verwendeten Plasmaspritzen wird durch ein hohes elektrisches Feld aus einem geeigneten Plasmagas ein Plasma erzeugt, in welches mittels eines Fördergases eine Pulvermischung eingebracht wird. Die Pulvermischung wird dabei verflüssigt und zusammen mit dem Gas durch das elektrische Feld gegen den Grundkörper hin beschleunigt und auf dessen Oberfläche aufgespritzt, wo es eine Schicht bildet, die sich rasch verfestigt. Zur Vermeidung von Oxidation wird das Plasmaspritzen vorzugsweise unter Vakuum ausgeführt.

Die so hergestellten Schutzschichten weisen eine Abbrandresistenz auf, die derjenigen herkömmlich hergestellter abbrandresistenter Teile nicht nachsteht. Sie sind auch verhältnismässig flexibel, so dass allfällige Deformationen des Grundkörpers nicht behindert werden. Die Dicke der durch das Plasmaspritzen aufgebrauten Schicht ist genau und variabel einstellbar. Nachbearbeitung durch spanabhebende Bearbeitung ist daher meist nur in geringem Ausmass vor allem zur Einstellung der Oberflächeneigenschaften erforderlich. Vor allem ist es oft sachdienlich, die Oberflächenrauigkeit durch Schleifen oder Polieren zu verringern. Das Entfernen grösserer Materialvolumina z. B. durch Fräsen ist auch möglich, aber meist nicht erforderlich.

Was die Zusammensetzung der Pulvermischung betrifft, welche zur Herstellung der abbrandresistenten Schutzschicht auf dem Grundkörper jeweils verwendet wird und der dann auch die Zusammensetzung derselben entspricht, so gibt es viele Möglichkeiten. Sie kann weitgehend auf die jeweiligen Erfordernisse abgestimmt werden. In der Regel wird man wie bei bekannten gesinterten abbrandresistenten Materialien eine Mischung vorsehen, die im Hinblick auf gute Abbrandfestigkeit eine hochschmelzende Komponente und eine niedrigerschmelzende Komponente, die durch Verdampfung zur Kühlung beiträgt, enthält. In den meisten Fällen dürfte ein Anteil an hochschmelzenden Metallen mit einem Schmelzpunkt von mindestens 2000°C wie W, Mo oder Ir von mindestens 10% (Gew.), vorzugsweise mindestens 50% (Gew.) günstig sein, während als niedrigerschmelzende Materialien mit einem Schmelzpunkt unter 2000°C Cu, Ag,

Ti, Fe eingesetzt werden können. Sehr gut bewährt hat sich wie bei herkömmlichem gesintertem abbrandresistentem Material eine Mischung von Wolfram und Kupfer, insbesondere mit Anteilen von ca. 80% (Gew.) bzw. 20% (Gew.). Auch andere Kupferlegierungen, insbesondere mit Mo sind günstig.

Daneben sind auch Schutzschichten möglich, die ausschliesslich aus hochschmelzendem Material bestehen oder – insbesondere bei Anwendungen, bei denen die Belastungen geringer sind – solche, die keine derartigen Komponenten enthalten, sondern z. B. lediglich Kupfer mit einem Zusatz, beispielsweise Chrom. Es sind überhaupt sehr viele Zusammensetzungen möglich, vorausgesetzt, dass die Abbrandresistenz für die jeweilige Anwendung ausreicht. So kommen ausser den genannten als weitere Bestandteile der Pulvermischung auch Au, Ru, Pd, Os, Pt und weiter Ni, Cd, Sn, C in Frage.

Für den Grundkörper kommen ebenfalls viele Materialien in Frage, die man je nach Anforderungen auswählen wird, wie Cu, Ag, Fe, Stahl, Al oder, wenn hohe Leitfähigkeit und zugleich Elastizität des Materials gefordert sind, auch eine flexible Kupferlegierung wie CuBe, CuCr oder CuCrZr.

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse	
2	Schaltachse	
3	oberer Gehäuseteil	
4	unterer Gehäuseteil	
5	mittlerer Gehäuseteil	
6	oberer fest stehender Nennstromkontakt	
7	unterer fest stehender Nennstromkontakt	
8	beweglicher Nennstromkontakt	
9	Trennwand	
10	Abbrandschaltanordnung	
11	Kontakttulpe	
12	Düse	
13	Gleitführung	
14	Schaltstift	
15	Trennwand	
16	Lichtbogenraum	
17	Lichtbogen	
18	Heizvolumen	
19	Blasschlitz	
20	Wand	
21	Blaszylinder	
22	Blaskolben	
23	Blaskanal	
24	Rückschlagventil	
25	Kontaktfinger	
26	Grundkörper der Kontakttulpe	11
27	Schutzschicht der Kontakttulpe	11
28	Grundkörper des Schaltstiftes	14
29	Schutzschicht des Schaltstiftes	14
30	Andrückfeder	
31	Trägering	
32	Kontaktfinger	
33	Leistungsfinger	
34	Kontaktring	35
35	Grundkörper des Leistungsfingers	33
36	Schutzschicht des Leistungsfingers	33
37	Schutzschicht des Kontaktringes	34
38	Kontaktzone des Kontaktringes	34
39	erster Schaltring	
40	zweiter Schaltring	
41	Gleittulpe	
42	Dorn	
43	Kappe	
44	Hülse	

45	Ring	
46	Kontaktfinger	
47	Isolierstoffhülse	
48	Isolierstoffring	
49	Kontaktflächen der Kontaktfinger	46
50	Grundkörper der Hülse	44
51	Schutzschicht der Hülse	44
52a, b	Fortsätze	
53	Schlitz zwischen den Fortsätzen	52a, 52b
53'	Schlitz zwischen den Kontaktstücken	54a, 54b
54a, b	Kontaktstücke	
55a, b	Verbindungsstücke	
56	Grundkörper des Schaltstiftes	14
57	Schutzschicht des Schaltstiftes	14
58	Schutzschicht der Trennwand	9
59	Schutzschicht der Trennwand	15
60	Grundkörper der Trennwand	9
61	Grundkörper der Trennwand	15

Patentansprüche

- Schaltanordnung mit mindestens einem Lichtbogenraum (16) sowie mindestens einem ersten Schaltstück und einem zweiten Schaltstück, welche in demselben zwischen einer Einschaltstellung, in welcher sie einander berühren und einer Ausschaltstellung, in welcher sie voneinander getrennt sind, gegeneinander beweglich angeordnet sind, wobei mindestens ein Teil der Oberflächen im Lichtbogenraum (16) von abbrandresistentem Material gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Teil des abbrandresistenten Materials als durch Plasmaspritzen auf einen Grundkörper (26, 28, 35, 50, 56, 60, 61) aufgebrachte Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 51, 57, 58, 59) vorliegt.
- Schaltanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die Trennbereiche des ersten Schaltstücks und des zweiten Schaltstücks, an welchen beim Übergang von der Einschaltstellung zur Ausschaltstellung das erste Schaltstück und das zweite Schaltstück voneinander getrennt werden, jeweils eine Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 51, 57) aufweisen.
- Schaltanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens der in der Ausschaltstellung gegen das jeweilige Gegenschalstück weisende Frontbereich mindestens des ersten Schaltstücks oder des zweiten Schaltstücks eine Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 57) aufweist.
- Schaltanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Einschaltstellung das Gegenschalstück berührende Kontaktbereich mindestens des ersten Schaltstücks oder des zweiten Schaltstücks von der Schutzschicht (29) freigehalten ist.
- Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Abbrandschaltanordnung ausgebildet ist, deren erstes Schaltstück als längs einer Schaltachse (2) verschiebbarer Schaltstift (14) ausgebildet ist, bei welchem die Spitze eine Schutzschicht (29, 57) aufweist.
- Schaltanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Aussenseite eines an die Spitze des Schaltstiftes (14) anschliessenden resistenten Abschnitts des Schaltstiftes (14) ebenfalls von einer Schutzschicht (29, 51, 57) gebildet wird.
- Schaltanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der resistente Abschnitt des Schaltstiftes (14) mindestens zwei getrennte parallele oder antiparallele Teileiter umfasst, von denen mindestens einer einen Teil der von einer Schutzschicht (51, 57)

bedeckten Aussenseite bildet.

8. Schaltanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilleiter als im Bereich der Spitze des Schaltstiftes (14) an einem zentralen Träger befestigte, frei nach hinten ragende Kontaktfinger (46) 5 ausgebildet sind, welche den Träger umgeben.

9. Schaltanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilleiter an parallel nach vorne ragende Fortsätze (52a, 52b) anschliessen und etwa einen halben Schraubengang bildende Verbindungsstücke (55a, 55b) und daran anschliessende Kontaktstücke (54a, 54b) umfassen. 10

10. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltstück als Kontakttulpe (11) ausgebildet ist mit mehreren die 15 Schaltachse (2) umgebenden Kontaktfingern (25), bei welchen jeweils mindestens die Spitze eine Schutzschicht (27) aufweist.

11. Schaltanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfinger (25) mindestens 20 an den Innenseiten jeweils eine Schutzschicht (27) aufweisen.

12. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Nennstromschaltanordnung ausgebildet ist, deren zweites Schaltstück einen längs einer Schaltachse (2) verschiebbaren, 25 dieselbe umgebenden Kranz von Kontaktfingern umfasst, von denen mindestens ein Teil als Leistungsfinger (33) ausgebildet ist, deren Spitzen jeweils an der gegen das erste Schaltstück weisenden Seite eine 30 Schutzschicht (36) aufweist.

13. Schaltanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltstück als die Schaltachse (2) umgebender Kontaktring (34) ausgebildet ist, welcher an seinem ausschaltseitigen Rand 35 mindestens an den mit den Leistungsfingern (33) zusammenwirkenden Bereichen eine Schutzschicht (37) aufweist.

14. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine den 40 Lichtbogenraum (16) oder einen mit demselben verbundenen Bereich begrenzende Wandfläche von einer Schutzschicht (58, 59) gebildet wird.

15. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht 45 (27, 29, 36, 37, 51, 57, 58, 59) mindestens eine hochschmelzende Komponente mit einem Schmelzpunkt von mindestens 2000°C enthält.

16. Schaltanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der hochschmelzenden 50 Komponente mindestens 10% (Gew.), insbesondere mindestens 50% (Gew.) beträgt.

17. Schaltanordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die hochschmelzende Komponente im wesentlichen aus mindestens einem 55 der folgenden Materialien besteht: W, Mo, Ir.

18. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 51, 57, 58, 59) mindestens eine niedrigerschmelzende Komponente mit einem Schmelzpunkt 60 unter 2000°C enthält.

19. Schaltanordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die niedrigerschmelzende Komponente mindestens eines der folgenden Materialien enthält: Cu, Ag, Ti, Fe. 65

20. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (26, 50, 56) aus einem flexiblen, insbesondere elastisch de-

formierbaren Material besteht.

21. Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (26, 28, 35, 50, 56, 60, 61) im wesentlichen aus mindestens einem der folgenden Materialien besteht: Cu, Ag, Fe, Stahl, Al, CuBe, CuCr, CuCrZr.

22. Verfahren zur Herstellung einer Schaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass für mindestens einen Bestandteil der Schaltanordnung ein Grundkörper (26, 28, 35, 50, 56, 60, 61) hergestellt wird, von dessen Oberfläche mindestens ein Teilbereich gegenüber der Oberfläche nach Endmass zurückgesetzt ist und an dem Teilbereich mittels Plasmaspritzens eine abbrandresistente Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 51, 57, 58, 59) aufgebracht wird, welche die Differenz zur Oberfläche nach Endmass ausfüllt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasmaspritzen unter Vakuum erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (27, 29, 36, 37, 51, 57, 58, 59) nach dem Plasmaspritzen mechanisch, insbesondere durch Fräsen, Schleifen, oder Polieren nachbearbeitet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

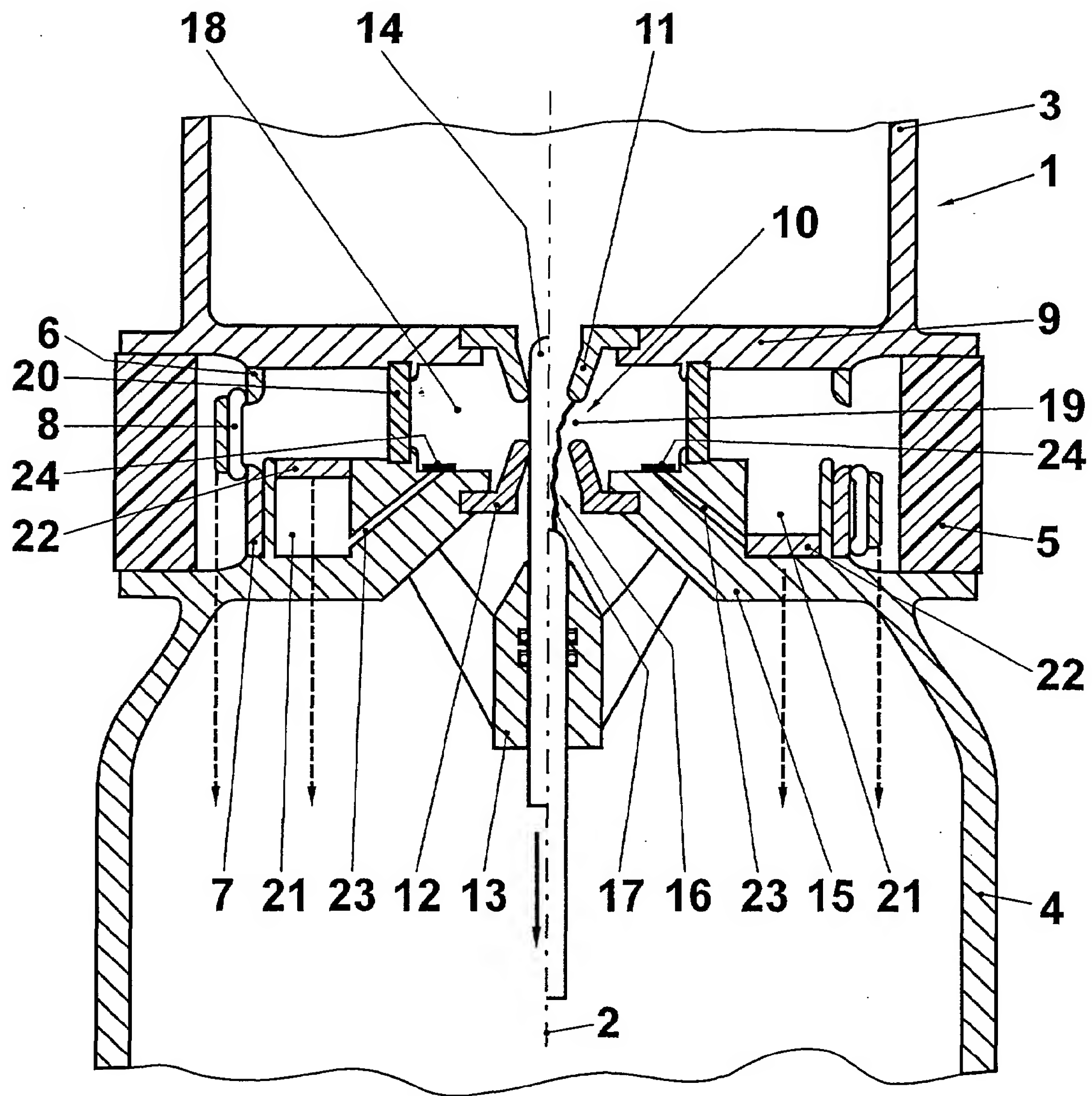


FIG. 1

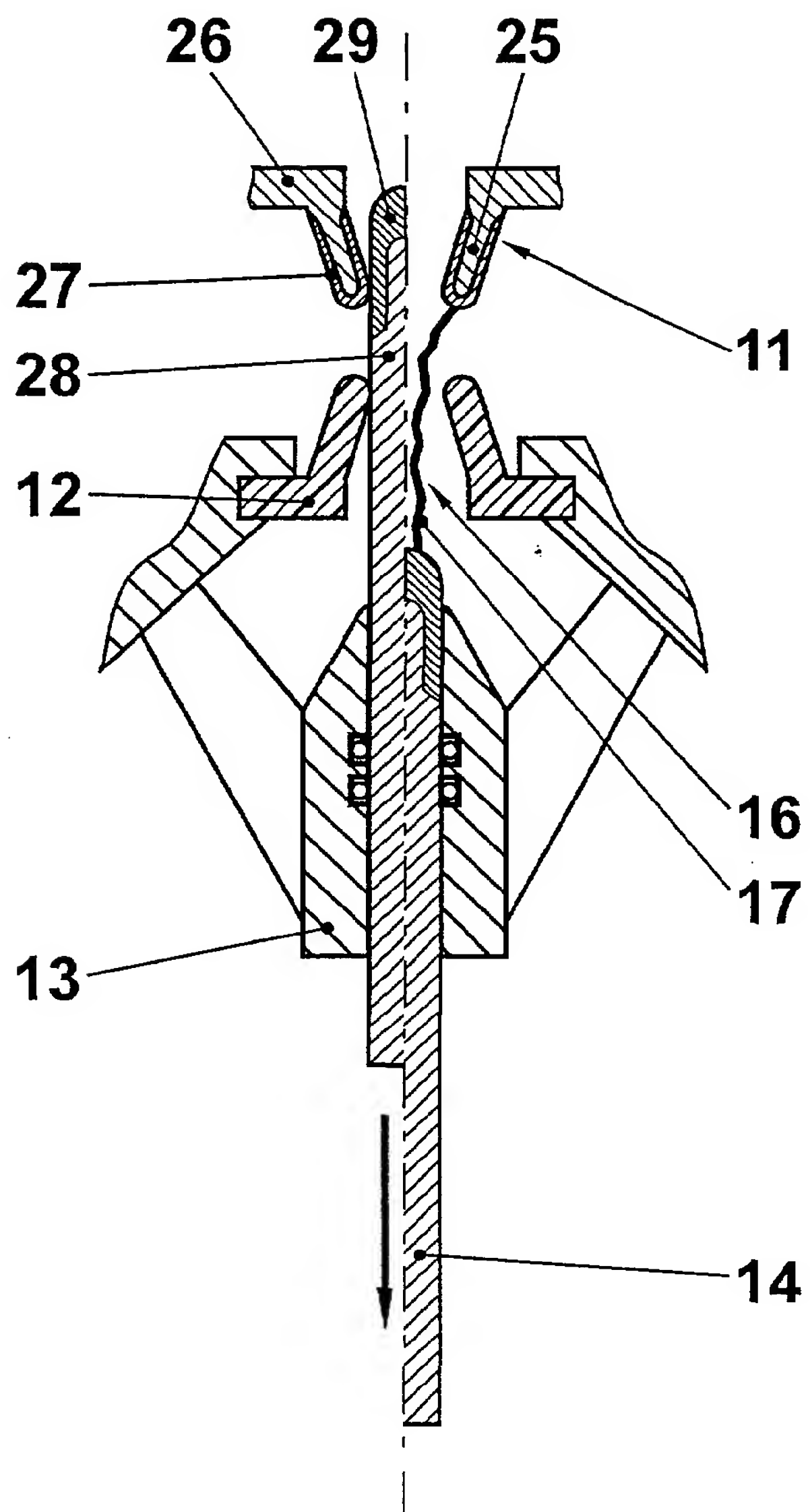


FIG. 2a

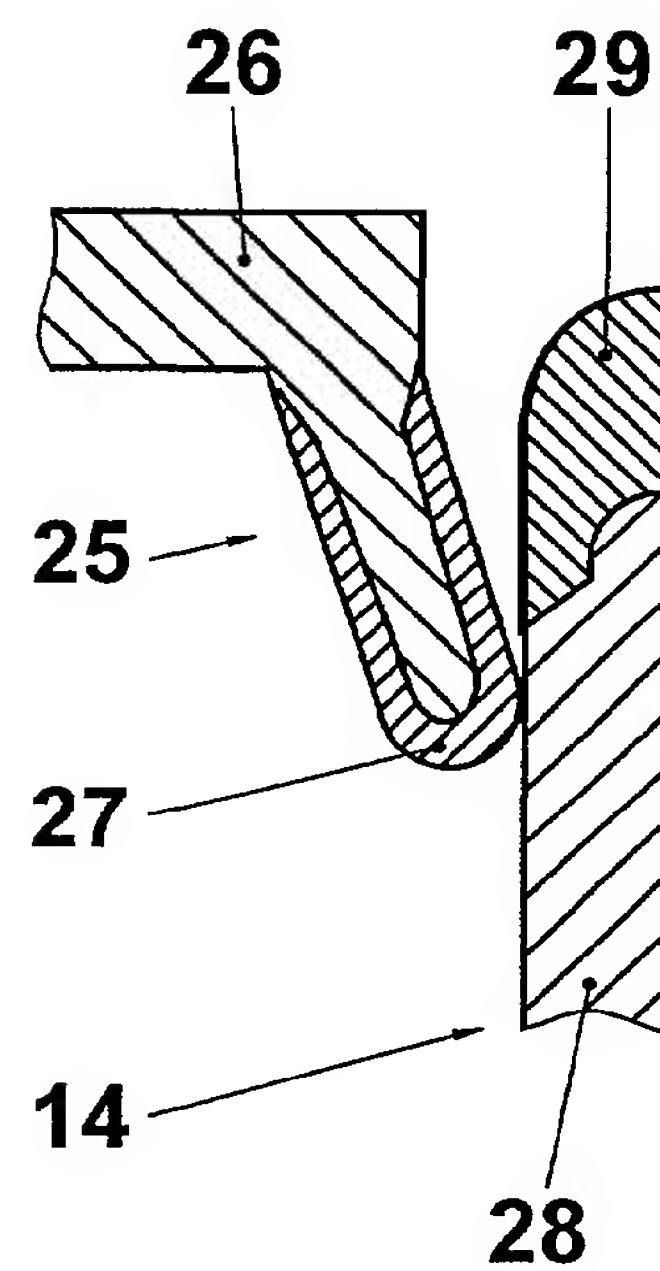


FIG. 2b

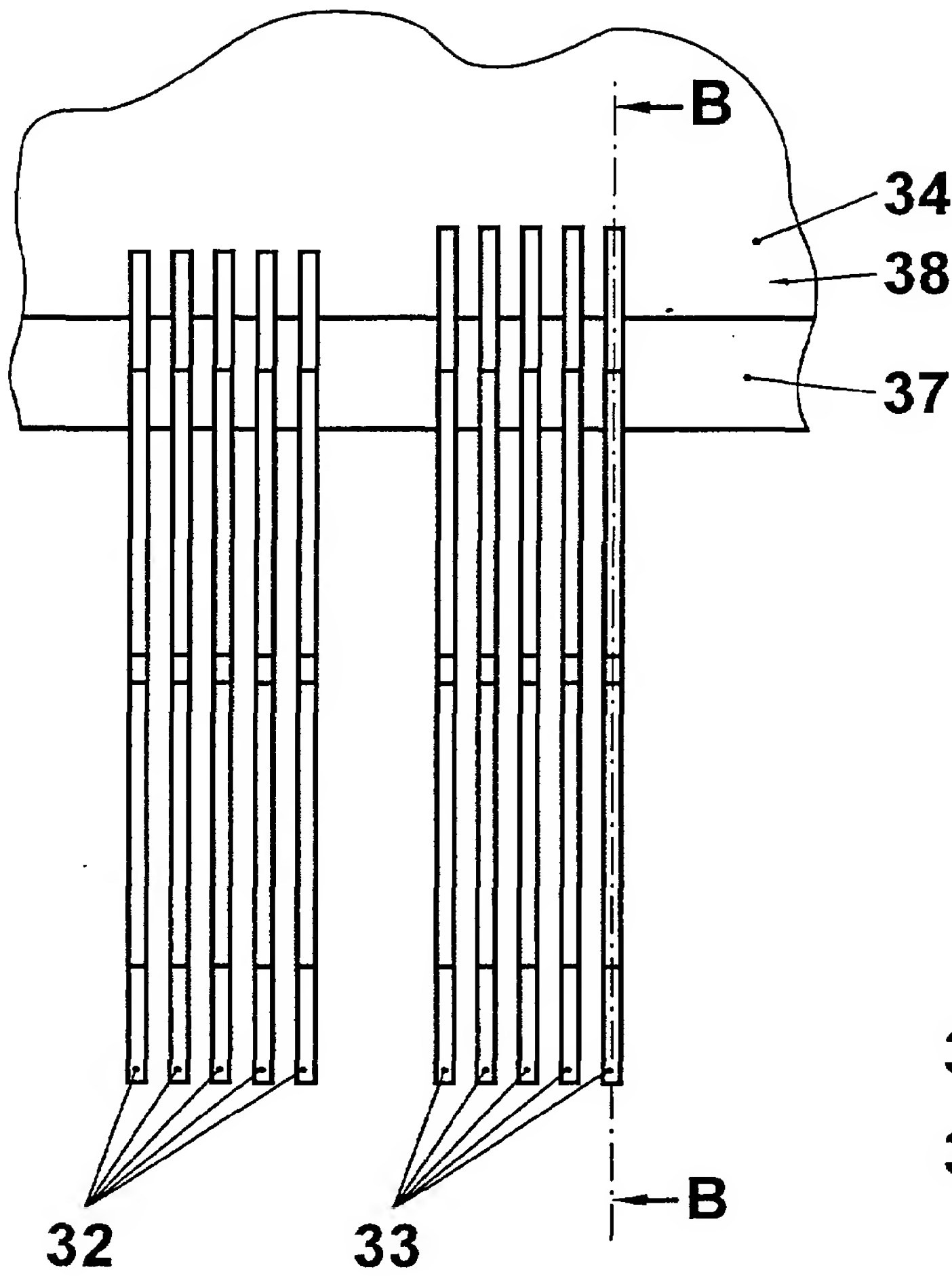


FIG. 3a

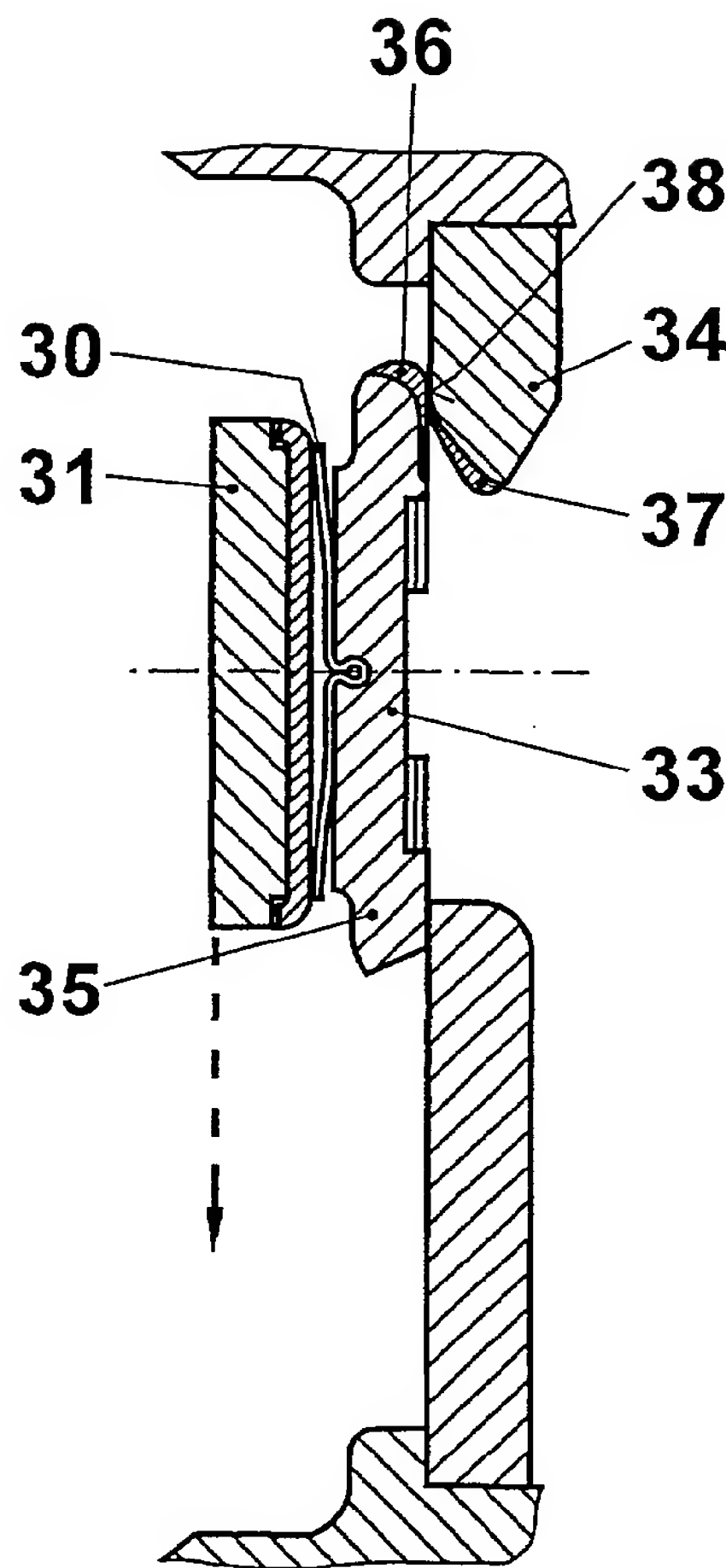


FIG. 3b

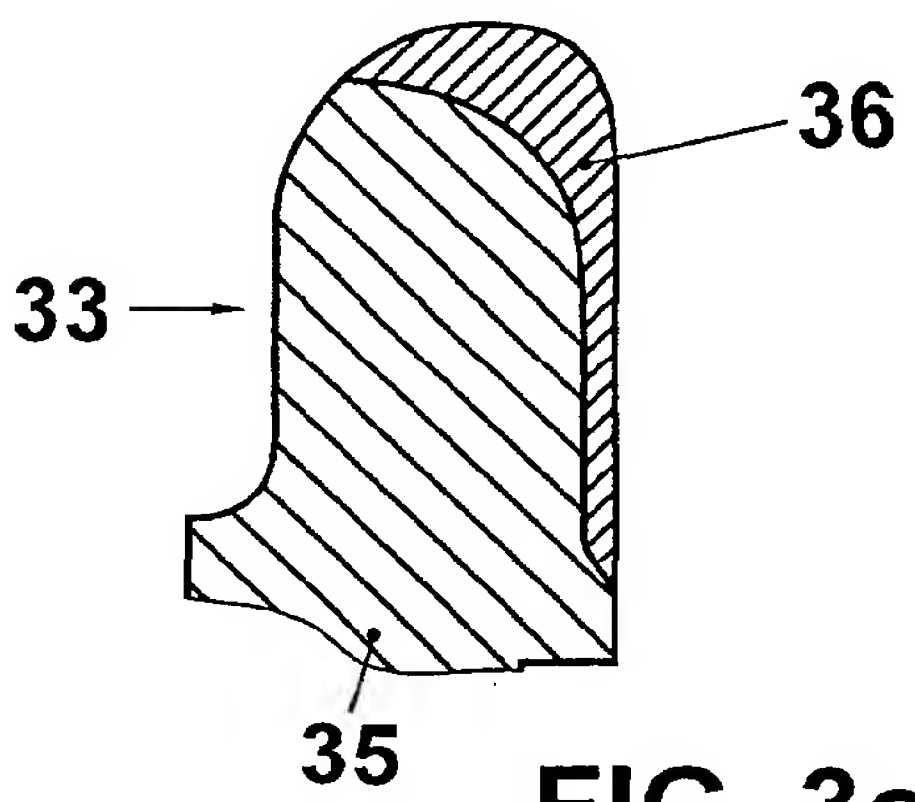


FIG. 3c

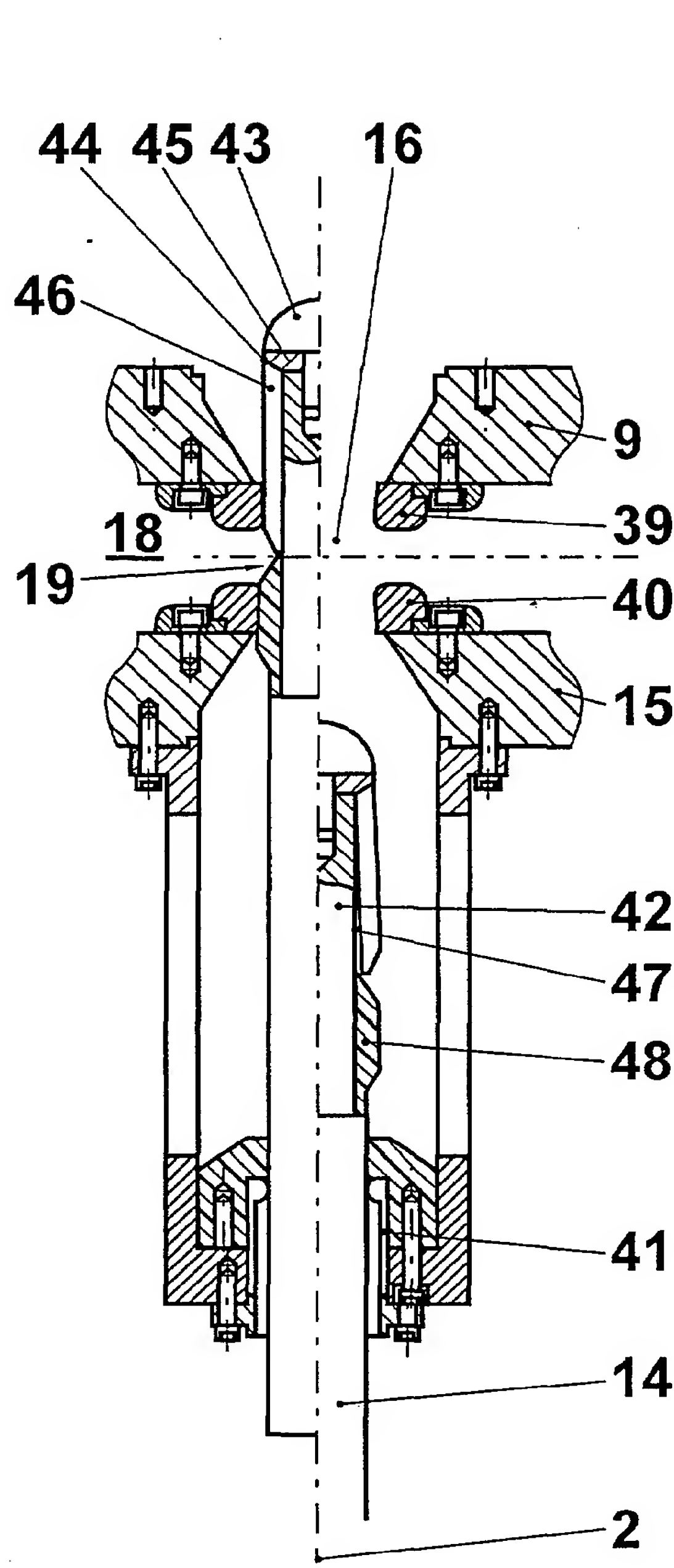


FIG. 4a

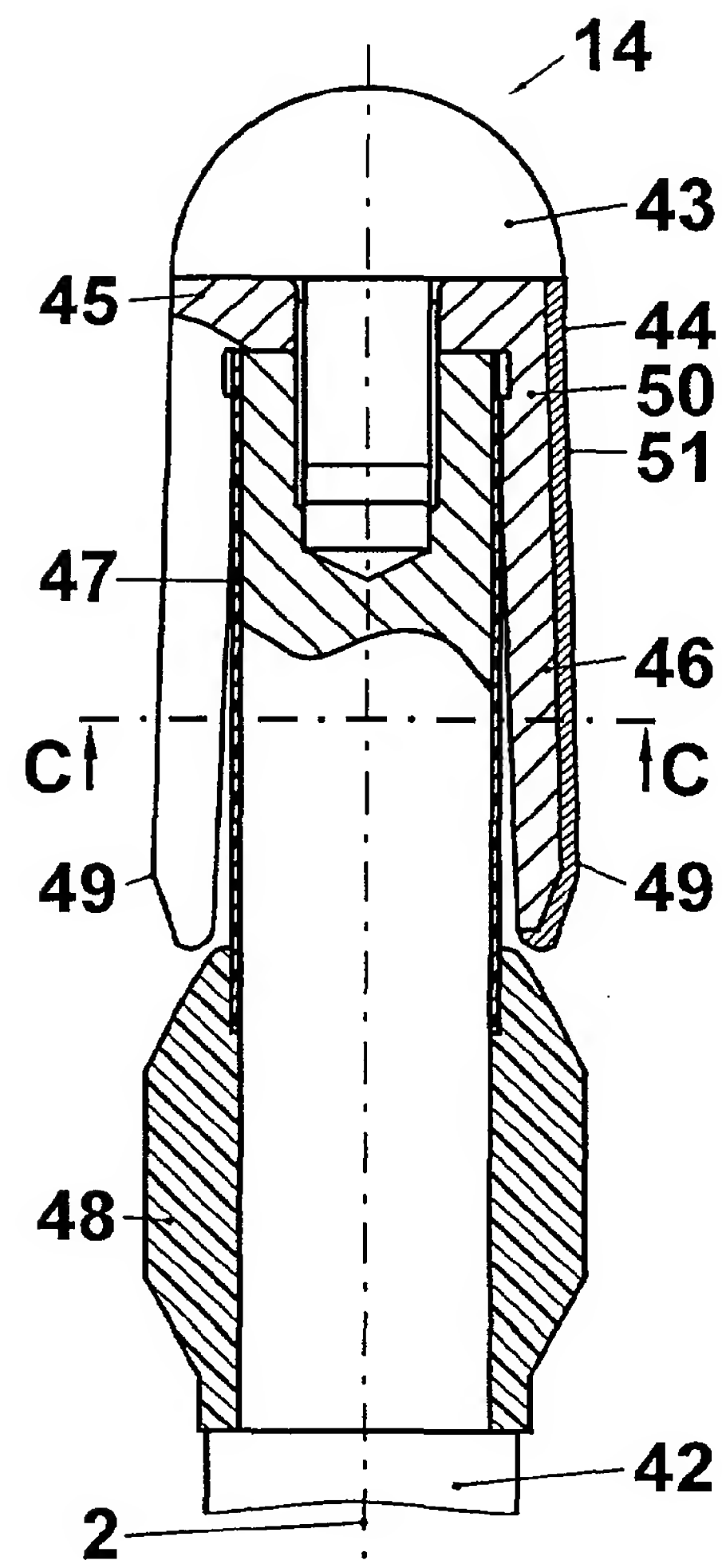


FIG. 4b

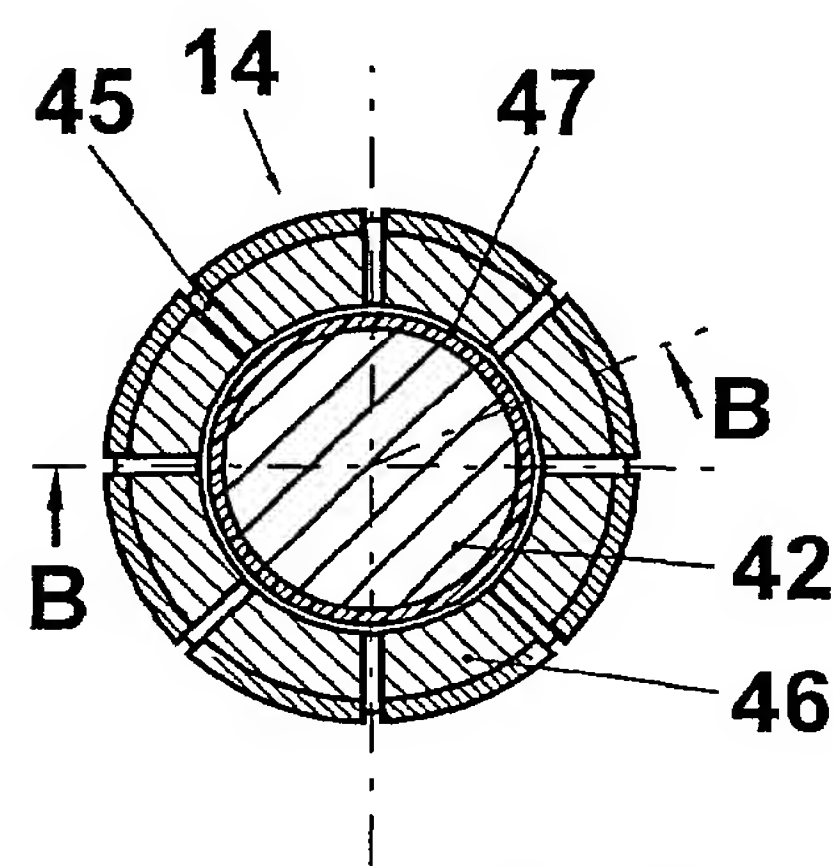


FIG. 4c

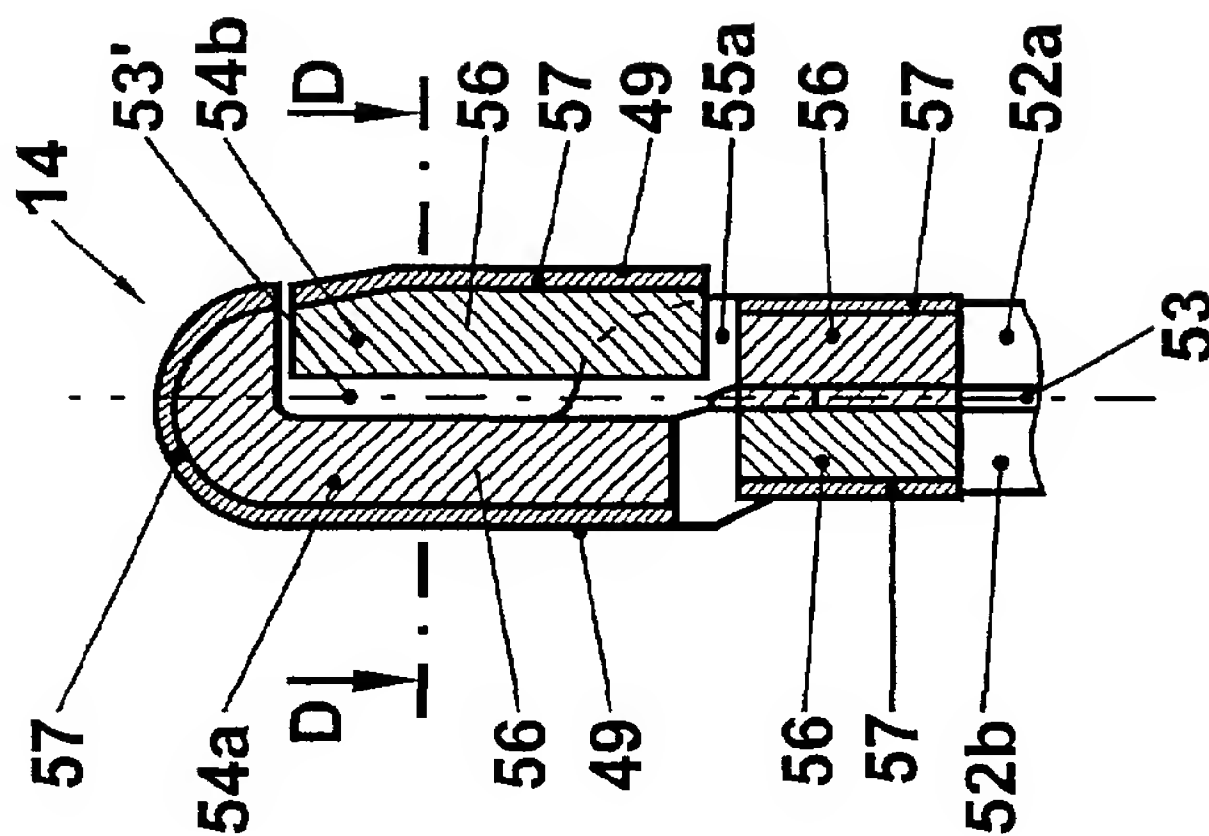


FIG. 5c

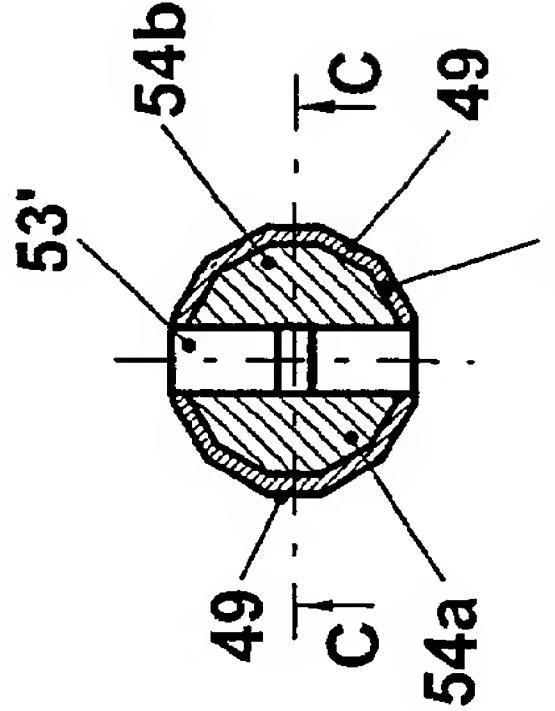


FIG. 5d

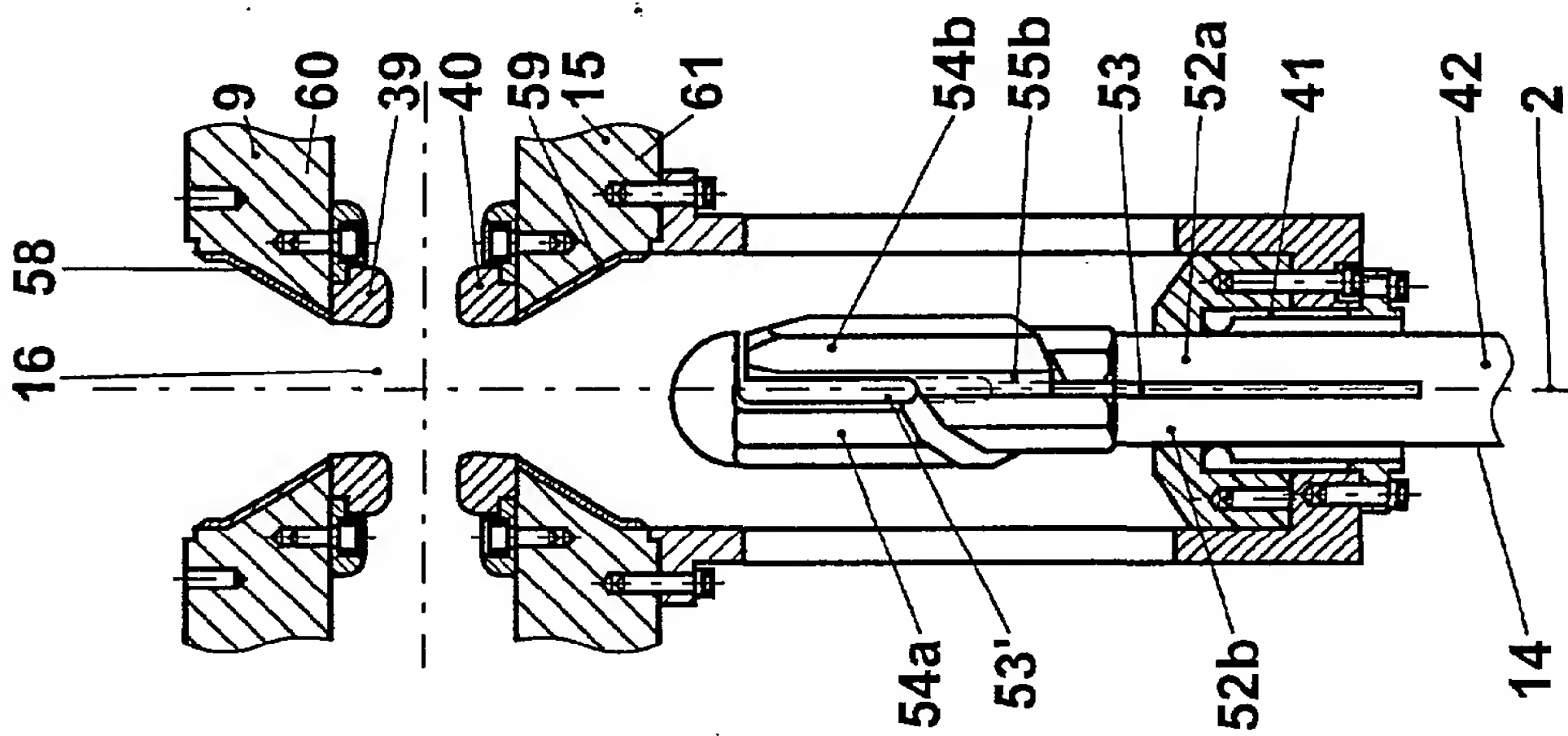


FIG. 5b

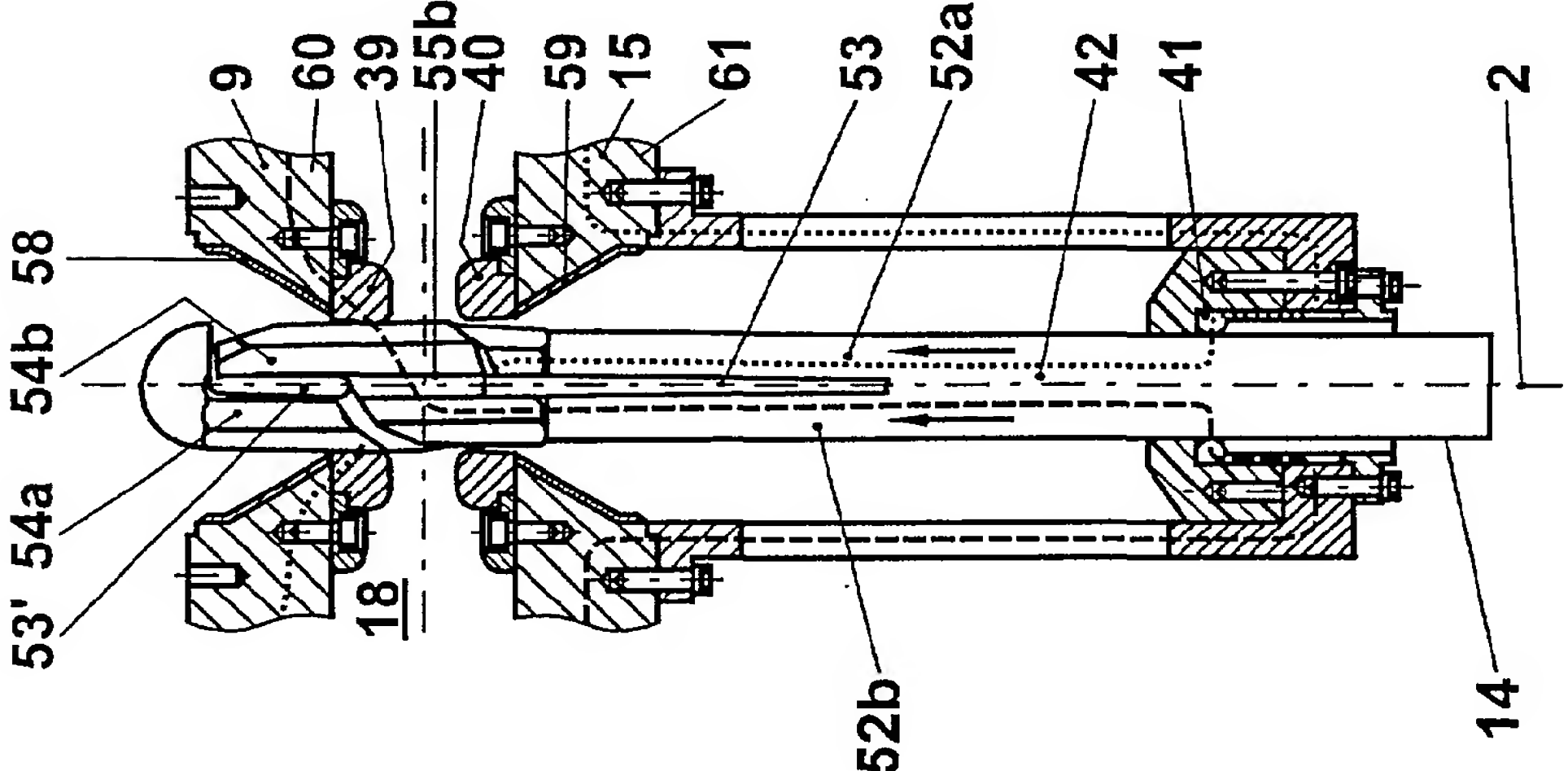


FIG. 5a